

3. Лавер Б. И., Соловьева Е. А., Глебов В. В. Уровни функционального состояния учащихся школ в разных средовых условиях Москвы // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф.: В 2 ч. – М.: Российский университет дружбы народов, 2015. – С. 110–113.

4. Сидельникова Н. Ю., Глебов В. В., Рязанцева М. А. Уровень кратковременной памяти и адаптации младших школьников, проживающих в разных средовых условиях Москвы // Агаджаньяновские чтения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 121–122.

### **ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT OF THE CITY ON THE FUNCTIONAL STATUS OF THE CHILD POPULATION**

**M. V. Danacheva, V. V. Glebov, K. Yu. Mikhailichenko, E. V. Anikina**

The paper presents the results of a study on the anthropogenic impact of the capital city on the psycho-functional state of the child population. Evaluation of the influence of anthropogenic factors on the control group and the compared groups showed the following results: the effectiveness of the control group were 69.9% of students, and the compared group 30.1%, respectively; the degree of workability – 71.1% and 28.9%, respectively; mental stability – 69.5% and 30.5%, respectively. The significance of differences in comparison by groups was  $p < 0.05$ , and the comparison of groups by levels  $p < 0.01$ .

Thus, the significant impact of negative factors on the functional state of children was imprinted, which manifested itself in the form of reducing the stability of attention and mental performance of secondary school students living in non-adverse environmental conditions.

**Key words:** anthropogenic impact, schoolchildren, functional state, megapolis.

### **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ И ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫЯВЛЕННЫХ УРОВНЯХ СОДЕРЖАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**Е. В. Евстафьева<sup>1</sup>, Н. В. Барановская<sup>2</sup>, А. М. Богданова<sup>1</sup>,  
Т. С. Большунова<sup>2</sup>, С.Л. Тымченко<sup>1</sup>, О. А. Залата<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Медицинская академия им. С. И. Георгиевского,  
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,  
г. Симферополь, Россия  
e-mail: e.evstafeva@mail.ru*

<sup>2</sup>*Инженерная школа природных ресурсов,  
Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В продолжение комплексных биогеомониторинговых исследований миграции химических элементов между компонентами экосистем проведено определение содержания 28 элементов, в том числе редкоземельных, в лишайниках, как индикаторах атмосферного загрязнения, и волосах человека, как конечного консумента трофических цепей, также изучена связь физиологических показателей с содержанием этих элементов в организме. Для исследования выбраны разного типа территории в центральном, юж-

ном, юго-восточном и восточном регионах Крыма. Отмечена территориальная неоднородность элементного состава биосубстратов, при этом как в лишайниках, так и волосах жителей отмечено большее содержание Hg в южном, Vg в центральном, Ce, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb в восточном регионах. Выявленные корреляции между функциональными показателями различных систем организма и элементами позволяют получить сведения об их физиологической роли на системном уровне.

**Ключевые слова:** эпифитные лишайники, волосы, вариабельность сердечного ритма, биоиндикатор, химические элементы, Республика Крым.

### Введение

При проведении мониторинговых исследований, направленных на оценку биогеохимической характеристики территорий и медико-экологической ситуации, необходимым этапом является изучение элементного состава компонентов экосистем. В настоящее время в связи с антропогенным влиянием на окружающую среду (ОС) меняется глобальный и локальный круговорот химических элементов (ХЭ), в особенности их миграция в атмосфере и водной среде. Вследствие этого происходит изменение элементного состава биогенных компонентов экосистем, в том числе организма человека как конечного консумента многих пищевых цепей. В свою очередь, определение содержания ХЭ в биосубстратах человека с последующей оценкой здоровья населения, а также в растительных компонентах-индикаторах атмосферного загрязнения позволяет изучить механизмы, степень и характер влияния естественной и антропогенной трансформации ОС на функциональное состояние организма человека, уточнить имеющуюся в регионе экологическую ситуацию и использовать эти данные при разработке региональных экологических нормативов. Такие исследования актуальны для геохимически неоднородной территории Крыма, характеризующихся высоким разнообразием почвенного состава и климатических условий.

Ранее нами проведены биомониторинговые исследования ХЭ в волосах здоровых жителей разных регионов, почвах, осадках на селитебных и заповедных территориях, которые выявили территориальную гетерогенность распределения ХЭ в различных компонентах экосистем полуострова и наличие превышений гигиенических нормативов и/или кларков во всех исследуемых регионах. В продолжение мониторинговых исследований биогеохимических характеристик разного типа территорий Крыма определили 28 ХЭ, в том числе редкоземельных, в волосах жителей городов и поселков, их связь с функциональными показателями организма, а также в пробах эпифитных лишайников в городских и природных экосистемах в центральном, южном, юго-восточном, восточном, западном и юго-западном регионах.

### Методы

Исходя из результатов предыдущих исследований, продемонстрировавших более высокое содержание Hg в волосах жителей южного побережья, а также учитывая, что морская и океаническая вода являются средой глобального загрязнения тяжелыми металлами (ТМ), для исследования выбрали преимущественно прибрежные территории, относящиеся к южному, юго-восточному, восточному и, для сравнения, центральному регионам Крымского полуострова (Рисунок). Летом 2015 и 2016 гг. отобрали 21 пробу эпифитных лишайников видов *Evernia mesomorpha*, *Xanthoria parietina*, *Evernia prunastri* на условно фоновых участках Крымского природного заповедника (г. Чатыр-Даг, г. Демерджи), Красных пещер, г. Ай-Петри), в парковых зонах городов Симферополь и Керчь, в г. Феодосия на площадке, расположенной рядом с водопроводно-очистными сооружениями.

Для определения содержания ХЭ в организме жителей в 2016 г. брали пробы волос у молодых практически здоровых людей (28 юношей и 39 девушек, 17±0,5 лет),

проживающих с рождения в прибрежных южном (г. Алушта, г. Ялта, пгт. Кореиз) и восточном (г. Керчь, села Приветное, Яркое поле Кировского района) регионах, для сравнения и уточнения данных – западном (г. Саки, села Сакского района), центральном (г. Белогорск, пгт. Зуя, г. Симферополь и села Симферопольского района) и юго-западном (г. Севастополь) регионах полуострова.

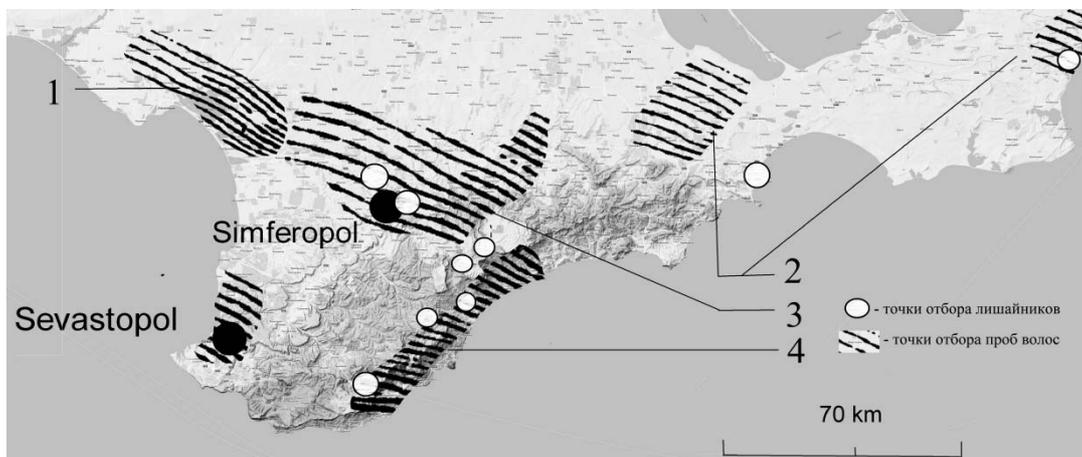


Рис. Регионы расположения точек отбора эпифитных лишайников и проживания исследуемых жителей Крымского полуострова: 1 – западный, 2 – восточный, 3 – центральный, 4 – южный

Содержание Hg в биосубстратах определяли атомно-абсорбционным методом на анализаторе ртути «РА-915М»; содержание Ca, Cr, Fe, Zn, Na, Au, Ag, Co, Br, As, Rb, Sr, Cs, Eu, La, Yb, Th, U, Ba, Nd, Hg, Sb, Ta, Tb, Sm, Hf, Ce, Lu, Sc – методом инструментального нейтронно-активационного анализа в НИ ТПУ. Для оценки состояния здоровья, а именно автономной нервной системы, регулирующей деятельность сердечно-сосудистой системы, использовали метод оценки вариабельности сердечного ритма (BCP), зарегистрированной в течение 5 минут в состоянии физиологического покоя с использованием комплекса «CARDIO УС-01». Достоверность межгрупповых различий оценивали с помощью критерия Манна-Уитни, взаимосвязи между параметрами BCP и содержанием ХЭ – методом корреляционного анализа по Спирмену. Содержание ХЭ в волосах жителей исследуемых регионов сравнивали со «среднекрымским» значением, то есть средним содержанием элемента для всей выборки жителей на полуострове.

### Результаты

Анализ содержания ХЭ в волосах жителей разных регионов Крымского полуострова выявил различия в их количественном распределении. Так, в волосах жителей южнобережных территорий отметили более высокое содержание Au (в 2,6 раз) по сравнению со «среднекрымским» уровнем. Также в этом регионе содержание Hg, Rb, Lu, Ca в волосах было в 1,1–1,9 раз выше, чем в других регионах. У жителей г. Севастополь также отмечено более высокое содержание Au (в 3,8 раз), Ag, Br, Cs (в 2,2–2,8 раз). У жителей г. Саки и близлежащих поселков выявлено более высокое содержание Eu, Rb, Sc (в 1,2–1,5 раз). У проживающих на территории восточной части полуострова было обнаружено самое высокое содержание Th (в 4,2 раз), а также Sm, Ce, La, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb. Интересно отметить, что в наших исследованиях выявлены превышения кларков почв населенных пунктах для Cr и Co в восточном регионе, что согласуется с данными содержания этих элементов в волосах и лишайниках. У жителей центрального региона, преимущественно, г. Симферополь, были отмечены более высокие концентрации Fe, Hf, Tb, Yb, Hg, As. Сравнительный анализ по гендерной принад-

лежности выявил достоверно более высокие уровни Na, Co, Br, Sb, Th и более низкий – Ca в волосах юношей. Содержание большинства ХЭ в волосах жителей различных регионов Крыма в целом соответствовало существующим референтным значениям и данным о накоплении этих элементов, установленным для других территорий России и мира. Однако у 9% всей выборки был выявлен дефицит Co, у 16% – дефицит Fe, у 76% – избыток Br; у жителей г. Симферополь и г. Севастополь – дефицит Cr. В то же время у 68% содержание Fe было выше 300 мг/кг, что считается избыточным содержанием.

Корреляционный анализ выявил наличие достоверных связей ( $-0,3 < r < 0,32$ ;  $p < 0,05$ ) между концентрацией As, Hf в волосах в общей группе и показателями ВСР, характеризующими активность как автономного, так и центрального контуров регуляции сердечного ритма. В группе юношей показатели ВСР достоверно коррелировали с Sm, Cs, Au, Zn, Rb, девушек – с Hg, Ta, Sc, Ag, Sb, La, Nd, Yb, Hf, As. У городских жителей выявлены корреляции показателей ВСР с содержанием Cr, As, La, Yb, Hf, в то время как у жителей поселков и сел – Sc, As, Sr, Nd, Sm.

Анализ содержания ХЭ в эпифитных лишайниках в регионах проживания испытуемых позволил выявить следующие особенности. Отмечено максимальное накопление практически всего спектра элементов в 2 из 4 пробах, взятых в лесной зоне рядом с Красными пещерами (центральный регион). Также более высокие концентрации большинства исследуемых ХЭ, в том числе Sm, Ce, Sr, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb, накопление которых отмечено у жителей восточного региона, и Na, Ba, Nd, Br обнаружены в лишайниках в этом регионе на площадке в г. Феодосия. В пляжной зоне г. Керчь выявлено максимальное значение Ce (31,4 мг/кг), As (6,5 мг/кг), более высокие уровни Fe, Eu, Co, Ba, Nd. Более высокое содержание Br по сравнению с другими регионами отмечено в г. Керчь, г. Симферополь, Красных пещерах. В г. Симферополь была обнаружена максимальная концентрация Au (0,007 мг/кг), а также более высокие, чем в условно фоновых точках, уровни Zn, Sb. На фоновых участках Крымского природного заповедника содержание большинства ХЭ было наиболее низким по сравнению с другими площадками за исключением некоторых ХЭ. Так, в лишайниках, отобранных на г. Ай-Петри, максимальных значений достигало содержание Br (16,5 мг/кг), Zn (56,3 мг/кг), Hg (0,3 мг/кг); на г. Чатыр-Даг и южном склоне Демерджи – U (1,4–2,3 мг/кг), Hg (0,10–0,16 мг/кг).

### Заключение

Таким образом, анализ содержания ХЭ в волосах жителей прибрежных территорий и центрального региона Республики Крым показал в целом отсутствие превышений допустимых норм. Для жителей южнобережных территорий характерно более высокое содержание Au, Hg, Rb, Lu, Ca, г. Севастополь - Au, Ag, Br, Cs, западного региона - Eu, Rb, Sc, восточного региона - Th, Sm, Ce, La, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb, центрального региона - Fe, Hf, Tb, Yb, Hg, As. Также у части жителей всех исследуемых регионов обнаружили дефицит Co, Fe, избыточное накопление Fe, Br, у жителей г. Симферополь и г. Севастополь – дефицит Cr. Выявлены достоверные связи между содержанием As, Hf и ряда элементов и функциональными показателями деятельности сердечно-сосудистой и автономной нервной систем. Обнаружили существенные различия в элементном составе лишайников, произрастающих в исследуемых регионах. Так, в лишайниках восточного и юго-восточного регионов выявлено накопление Ce, As, Fe, Eu, Co, Ba, Nd, Br, центрального- Au, Zn, Sb, фоновых площадок южного берега - Br, Zn, Hg, U. Сопоставление данных элементного состава лишайников и волос жителей исследуемых регионов выявило соответствие данных о накоплении Hg в биосубстратах в южном, Br – в центральном, Ce, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb – в восточном регионах. Неоднородность распределения ХЭ в биосубстратах на городских и фоновых территориях и выявленное влияние этих элементов, присутствующих в следовых количествах в организме, на физиологические

показатели свидетельствуют о необходимости продолжения биогеоэкологического мониторинга с целью детального изучения биогеохимической гетерогенности региона, ее значения в определении региональных нормативов и физиологической роли ХЭ в условиях антропогенного загрязнения.

*Определение ртути в биосубстратах выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24212\18, определение элементного состава волос жителей г. Севастополь - № 18-45-920042.*

### **REGIONAL ASPECTS OF THE ELEMENT CONTENT IN PLANTS AND HUMAN BODY AND THEIR PHYSIOLOGICAL ROLE IN THE ORGANISM AT THE CRIMEA PENINSULAR**

**E. V. Evstafeva, N. V. Baranovskaya, A. M. Bogdanova,  
T. S. Bolshunova, S. L. Tymchenko, O. A. Zalata**

Concentration of 28 elements including rare-earth ones was examined in lichens (indicators of atmospheric pollution) and human hair (final consumer in trophic chains) and correlations between physiological parameters of the human body with the elements' content was evaluated as a part of biomonitoring investigation on migration of chemical elements in various components of ecosystem. Different territories in the central, southern, southeastern and eastern regions of the Crimea were selected for the present study. Territorial heterogeneity was determined based on the elements' concentration in biosubstrates. Higher levels of Hg were revealed in lichens and human hair in southern region, Br in central, Ce, Sc, Eu, Cs, Cr, Tb in eastern part of the Crimea. Revealed correlations between functional parameters of the human body and elements content provide better insights into their physiological role at the systemic level.

**Keywords:** epiphytic lichens, hair, heart rate variability, bioindicator, elements, heavy metals, Crimea Republic.

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ СНА СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ И СОДЕРЖАНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ**

**А. В. Жукова, Л. Р. Кашка, О. А. Залата,  
А. М. Богданова, Е. В. Евстафьева**  
*Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,  
Медицинская академия им. С. И. Георгиевского,  
г. Симферополь, Россия  
e-mail: annataisia@yandex.ru*

С помощью психологического тестирования изучали качество сна, ряд его субъективных характеристик, а также некоторые психологические характеристики личности. Содержание лантаноидов в волосах оценивали при помощи инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами. Установили ряд взаимосвязей между показателями микроэлементного состояния, психологическими характеристиками личности и показателями оценки качества сна.

**Ключевые слова:** характеристики сна, химические элементы, лантаноиды, студенты.